

**PENGARUH CAMPURAN *SILICA FUME* SEBAGAI PENGGANTI  
SEBAGIAN SEMEN DALAM PEMBUATAN *PAVING BLOCK*  
DENGAN METODE TEKANAN**

**Tugas Akhir**

untuk memenuhi sebagian persyaratan  
mencapai derajat Sarjana S-1 Teknik Sipil



disusun oleh:

**FARIS 'ADILAH**

**NIM : D100 160 104**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2020**

## LEMBAR PENGESAHAN

### PENGARUH CAMPURAN *SILICA FUME* SEBAGAI PENGANTI SEBAGIAN SEMEN DALAM PEMBUATAN *PAVING BLOCK* DENGAN METODE TEKANAN

#### Tugas Akhir

Diajukan dan dipertahankan pada Ujian Pendadaran  
Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji  
Pada tanggal : 10 September 2020

diajukan oleh:

**FARIS 'ADILAH**  
NIM: D 100 160 104

Susunan Dewan Penguji:

Dosen Pembimbing:



**Ir. Aliem Sudjarmiko, M.T.**  
NIP : 195906281987031001

Dosen Penguji I



**Budi Setiawan, S.T., M.T.**  
NIK : 785

Dosen Penguji II



**Nur Khatimah, S.T., M.Eng.**  
NIK : 1001910

Tugas Akhir ini diterima sebagai salah satu persyaratan  
Untuk mencapai derajat Sarjana S-1 Teknik Sipil  
Surakarta,



Dekan Fakultas Teknik

**Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D., IPM**

NIK : 682



Ketua Jurusan Teknik Sipil

**Mochamad Solikin, S.T., M.T., Ph.D.**

NIK : 792

## HALAMAN PERSETUJUAN

*Tugas Akhir yang berjudul "PENGARUH CAMPURAN SILICA FUME SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN SEMEN DALAM PEMBUATAN PAVING BLOCK DENGAN METODE TEKANAN" telah disetujui oleh pembimbing Tugas Akhir dan diterima untuk memenuhi sebagai persyaratan memperoleh gelar Sarjana SI pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.*

dipersiapkan oleh :

Nama : Faris 'Adilah

NIM : D 100 160 104

Disetujui pada :

Hari : Kamis

Tanggal : 10 September 2020

Pembimbing Utama



Ir. H. Aliem Sudjatmiko, M.T.  
NIP. 195906281987031001

## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

*Bismillahirrahmanirrohim,*

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Faris 'Adilah  
Nim : D 100 160 104  
Fakultas / Jurusan : Teknik / Teknik Sipil  
Jenis : Tugas Akhir  
Judul : Pengaruh Campuran *Silica Fume* Sebagai Pengganti  
Sebagian Semen Dalam Pembuatan *Paving Block*  
Dengan Metode Tekanan

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tugas Akhir yang saya buat dan serahkan ini, merupakan hasil karya saya sendiri, kecuali kutipan – kutipan dan ringkasan – ringkasan yang semuanya telah saya jelaskan sumbernya. Apabila dikemudian hari dan atau dapat dibuktikan bahwa Tugas Akhir ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi apapun dari Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik dan atau gelar dan ijazah yang diberikan oleh Universitas Muhammadiyah Surakarta batal saya terima.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan semoga dapat digunakan sebagaimana semestinya.

Surakarta, 10 September 2020

Yang membuat pernyataan,



Faris 'Adilah

## MOTTO

*“Dan tidaklah Aku ciptakan jin dan manusia melainkan supaya mereka beribadah kepada-Ku.” (QS. Adz-Dzariat : 56)*

*“Wahai anakku! Laksanakanlah sholat dan suruhlah (manusia) berbuat yang ma’ruf dan cegahlah (mereka) dari yang munkar dan bersabarlah terhadap apa yang menimpamu, sesungguhnya yang demikian itu termasuk perkara yang penting.” (QS. Luqman : 17)*

*“Barangsiapa yang beriman kepada Allah dan Hari Akhir maka hendaknya berkata yang baik atau diam.” (HR. Bukhori dan Muslim)*

## PRAKATA

Assalamu' alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillahirabbil 'alamin, segala puji dan syukur penulis selalu panjatkan kepada Allah SWT, yang telah melimpahkan segala berkah, nikmat, taufik, rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Pengaruh Campuran *Silica Fume* Sebagai Pengganti Sebagian Semen Dalam Pembuatan *Paving Block* Dengan Metode Tekanan”.

Penyusunan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari dukungan dan kerjasama dari berbagai pihak, maka pada kesempatan ini pula dengan penuh kerendahan hati, ketulusan dan rasa hutang budi, penyusun ucapkan banyak terimakasih yang tidak terhingga kepada semua pihak yang memberikan semangat untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Tidak lupa penyusun ucapkan banyak terimakasih dan penghargaan yang sebesar – besarnya kepada:

1. Allah SWT yang senantiasa melimpahkan taufik dan hidayah-Nya, serta untuk segala kekuatan, kemudahan dan petunjuk. Dan untuk anugerah terindah-Nya.
2. Bapak Ir. Sri Sunarjono, Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Bapak Mochamad Solikin, S.T., M.T., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta beserta staffnya, yang telah memberikan fasilitas kepada penyusun untuk dapat mengikuti studi.
3. Bapak Ir. Aliem Sudjarmiko, M.T., selaku Dosen pembimbing yang sedemikian tulus dan ikhlas telah memberikan bimbingan, saran – saran yang bermanfaat dan arahan serta petunjuk kepada penyusun dengan penuh kesabaran dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Budi Setiawan, S.T., M.T., dan Ibu Nur Khatimah, S.T., M.Eng., selaku Dosen Penguji yang banyak menyumbangkan kritik dan saran yang sangat membangun.
5. Bapak Drs. Gotot Slamet Mulyono, M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik, yang telah membantu dan memberikan pengarahan – pengarahan

yang berharga selama masa studi di Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.

6. Bapak / Ibu Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan yang bermanfaat kepada penyusun.
7. Semua karyawan Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah melayani dan membantu penyusun selama studi dan hingga selesainya penyusunan Tugas Akhir ini.
8. Bapak, Ibu, Adik, dan Keluarga Besarku yang tercinta, yang sudah memberikan kasih sayang, cinta, support di semua aspek, dan doa yang tak pernah berhenti terucap.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah banyak memberikan bantuan dan dukungan kepadaku. Dan semua orang yang pernah datang dan pergi dalam hidupku. Terimakasih banyak.

Akhirnya penyusun menyadari bahwa hasil dari penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Namun dengan terselesainya Tugas Akhir ini semoga bermanfaat bagi penyusun sendiri maupun bagi pembaca.

Wassalamu' alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Surakarta,

Penyusun

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN .....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR .....	iv
MOTTO.....	v
PRAKATA .....	vi
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
DAFTAR NOTASI.....	xv
ABSTRAKSI.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	2
C. Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	3
D. Batasan Masalah .....	3
E. Keaslian Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
A. Penelitian Terdahulu .....	5
B. <i>Paving Block</i> .....	5
BAB III LANDASAN TEORI .....	9
A. Bahan Penyusun <i>Paving Block</i> .....	9
B. Metode Tekanan Momen .....	13
C. Rencana Campuran Adukan <i>Paving Block</i> .....	17
D. Pengujian <i>Paving Block</i> .....	17



BAB IV METODE PENELITIAN .....	19
A. Bahan Penelitian .....	19
B. Peralatan Penelitian.....	20
C. Tahapan Penelitian.....	25
D. Pelaksanaan Penelitian.....	27
E. Waktu dan Tempat Penelitian .....	38
BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....	39
A. Hasil Pemeriksaan Bahan.....	39
B. Hasil Kuat Tekan <i>Paving Block</i> .....	47
C. Hasil Uji Penyerapan Air <i>Paving Block</i> .....	53
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....	58
A. Kesimpulan.....	58
B. Saran.....	59
PENUTUP	
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar III.1 Alat Tumbukan .....	14
Gambar IV.1 Semen Portland dengan Merk Dynamix .....	19
Gambar IV.2 Pasir Gunung Merapi Yogyakarta .....	19
Gambar IV.3 <i>Silica Fume</i> .....	20
Gambar IV.4 Ayakan .....	20
Gambar IV.5 Timbangan .....	21
Gambar IV.6 Gelas Ukur Volume 1000 ml .....	21
Gambar IV.7 Kerucut <i>Conus</i> .....	21
Gambar IV.8 Oven.....	22
Gambar IV.9 Cetakan <i>Paving Block</i> .....	22
Gambar IV.10 <i>Universal Testing Mechine</i> (UTM) .....	22
Gambar IV.11 Kolam Perendaman.....	23
Gambar IV.12 Rencana Alat Tekanan Momen .....	23
Gambar IV.13 Alat Tekanan Momen .....	23
Gambar IV.14 Rencana Plat Piramid Tampak Samping.....	24
Gambar IV.15 Plat Piramid Tampak Samping .....	24
Gambar IV.16 Rencana Plat Piramid Tampak Atas .....	24
Gambar IV.17 Plat Piramid Tampak Atas .....	24
Gambar IV.18 Rencana Alat Tumbukan.....	25
Gambar IV.19 Alat Tumbukan.....	25
Gambar IV.20 Bagan Alur Prosedur Penelitian .....	26
Gambar IV.21 Pengujian Kadar Lumpur .....	28
Gambar IV.22 Pengujian Kandungan Zat Organik .....	29
Gambar IV.23 Pengujian <i>Saturated Surface Dry</i> (SSD).....	30
Gambar IV.24 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Pasir.....	31
Gambar IV.25 Pengujian Gradasi Pasir .....	32
Gambar IV.26 Pembuatan Alat Tekanan Momen .....	33
Gambar IV.27 Pembuatan Alat Tumbukan.....	33
Gambar IV.28 Plat Desak Piramid .....	33

Gambar IV.29 Cetakan <i>Paving Block</i> .....	33
Gambar IV.30 Penimbangan Agregat Halus (Pasir).....	34
Gambar IV.31 Penimbangan Semen.....	34
Gambar IV.32 Penimbangan <i>Silica Fume</i> .....	34
Gambar IV.33 Pemberian Air Pada Bahan Penyusun .....	35
Gambar IV.34 Peletakan Plat Desak Piramid .....	35
Gambar IV.35 Pemadatan dengan Alat Tekanan Momen .....	35
Gambar IV.36 Pemadatan dengan Alat Tumbukan.....	35
Gambar IV.37 Pengeluaran Benda Uji .....	36
Gambar IV.38 Perawatan Benda Uji .....	36
Gambar IV.39 Pengujian Kuat Tekan.....	36
Gambar IV.40 Perendaman Benda Uji .....	37
Gambar IV.41 Penimbangan Benda Uji Jenuh Air .....	37
Gambar IV.42 Pengovenan Benda Uji.....	37
Gambar IV.43 Penimbangan Benda Uji Kering Oven.....	37
Gambar V.1 Grafik Gradasi Agregat Halus Zona 1 .....	45
Gambar V.2 Grafik Gradasi Agregat Halus Zona 2 .....	45
Gambar V.3 Grafik Gradasi Agregat Halus Zona 3 .....	45
Gambar V.4 Grafik Gradasi Agregat Halus Zona 4 .....	46
Gambar V.5 Benda Uji Kuat Tekan.....	47
Gambar V.6 Pengujian Kuat Tekan <i>Paving Block</i> .....	48
Gambar V.7 Garfik Hubungan Kuat Tekan Rata-rata dengan Variasi Tekanan dan Tumbukan .....	51
Gambar V.8 Garfik Hubungan Penyerapan Air dengan Variasi Tekanan dan Tumbukan .....	56

## DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Sifat-sifat Fisika <i>Paving Block</i> .....	6
Tabel III.1 Susunan Unsur Kimia dalam Semen .....	9
Tabel III.2 Komposisi Kimia Gelas .....	13
Tabel III.3 Perhitungan Panjang Lengan .....	15
Tabel III.4 Perhitungan Tekanan Tumbukan .....	16
Tabel III.5 Kebutuhan Bahan Setiap Sampel .....	17
Tabel IV.1 Jumlah Benda Uji .....	27
Tabel IV.2 Kebutuhan Material Uji Kuat Tekan dan <i>Absorpsi Paving</i> .....	32
Tabel IV.3 Jadwal Penelitian.....	38
Tabel V.1 Hasil Uji Kadar Lumpur dalam Pasir .....	39
Tabel V.2 Hasil Uji Kandungan Organik Pasir .....	40
Tabel V.3 Hasil Uji <i>Saturated Surface Dry</i> (SSD).....	41
Tabel V.4 Hasil Uji Berat Jenis dan Penyerapan Pasir .....	42
Tabel V.5 Hasil Uji Analisa Saringan.....	43
Tabel V.6 Rekapitulasi Pemeriksaan Agregat Halus .....	46
Tabel V.7 Hasil Uji Kuat Tekan <i>Paving Block</i> Normal dengan P 500 kg dan 5 Kali Tumbukan .....	48
Tabel V.8 Hasil Uji Kuat Tekan <i>Paving Block</i> Normal dengan P 500 kg dan 10 Kali Tumbukan .....	48
Tabel V.9 Hasil Uji Kuat Tekan <i>Paving Block</i> Normal dengan P 600 kg dan 5 Kali Tumbukan .....	49
Tabel V.10 Hasil Uji Kuat Tekan <i>Paving Block</i> Normal dengan P 600 kg dan 10 Kali Tumbukan .....	49
Tabel V.11 Hasil Uji Kuat Tekan <i>Paving Block</i> Campuran <i>Silica Fume</i> dengan P 500 kg dan 5 Kali Tumbukan.....	49
Tabel V.12 Hasil Uji Kuat Tekan <i>Paving Block</i> Campuran <i>Silica Fume</i> dengan P 500 kg dan 10 Kali Tumbukan.....	49
Tabel V.13 Hasil Uji Kuat Tekan <i>Paving Block</i> Campuran <i>Silica Fume</i> dengan P 600 kg dan 5 Kali Tumbukan.....	50

Tabel V.14 Hasil Uji Kuat Tekan <i>Paving Block</i> Campuran <i>Silica Fume</i> dengan P 600 kg dan 10 Kali Tumbukan.....	50
Tabel V.15 Hasil Rekapitulasi Kuat Tekan Rata-rata <i>Paving Block</i> .....	51
Tabel V.16 Hasil Uji Penyerapan Air <i>Paving Block</i> Normal dengan P 500 kg dan 5 Kali Tumbukan .....	53
Tabel V.17 Hasil Uji Penyerapan Air <i>Paving Block</i> Normal dengan P 500 kg dan 10 Kali Tumbukan.....	53
Tabel V.18 Hasil Uji Penyerapan Air <i>Paving Block</i> Normal dengan P 600 kg dan 5 Kali Tumbukan .....	54
Tabel V.19 Hasil Uji Penyerapan Air <i>Paving Block</i> Normal dengan P 600 kg dan 10 Kali Tumbukan.....	54
Tabel V.20 Hasil Uji Penyerapan Air <i>Paving Block</i> Campuran <i>Silica Fume</i> dengan P 500 kg dan 5 Kali Tumbukan.....	54
Tabel V.21 Hasil Uji Penyerapan Air <i>Paving Block</i> Campuran <i>Silica Fume</i> dengan P 500 kg dan 10 Kali Tumbukan.....	54
Tabel V.22 Hasil Uji Penyerapan Air <i>Paving Block</i> Campuran <i>Silica Fume</i> dengan P 600 kg dan 5 Kali Tumbukan.....	55
Tabel V.23 Hasil Uji Penyerapan Air <i>Paving Block</i> Campuran <i>Silica Fume</i> dengan P 600 kg dan 10 Kali Tumbukan.....	55

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Gambar Alat yang Digunakan .....	L1
Lampiran 2 Gambar Bahan yang Digunakan .....	L5
Lampiran 3 Gambar Proses Pengujian Bahan .....	L6
Lampiran 4 Gambar Proses Pembuatan Benda Uji .....	L8
Lampiran 5 Gambar Proses Pengujian Benda Uji .....	L10
Lampiran 6 Tabel Analisa Biaya Pembuatan <i>Paving Block</i> .....	L11
Lampiran A.1 Pengujian <i>Saturated Surface Dry</i> (SSD) .....	L12
Lampiran A.2 Kandungan Lumpur Pada Pasir.....	L13
Lampiran A.3 Pengujian Kandungan Bahan Organik .....	L14
Lampiran A.4 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus ..	L15
Lampiran A.5 Hasil Pengujian Saringan Agregat Halus .....	L16
Lampiran A.6 Pengujian Kuat Tekan <i>Paving Block</i> Tanpa Campuran <i>Silica Fume</i> .....	L17
Lampiran A.7 Pengujian Kuat Tekan <i>Paving Block</i> Dengan Campuran <i>Silica Fume</i> .....	L18
Lampiran A.8 Pengujian Penyerapan Air Paving Tanpa Campuran <i>Silica Fume</i> .....	L19
Lampiran A.9 Pengujian Penyerapan Air Paving Dengan Campuran <i>Silica Fume</i> .....	L20

## DAFTAR NOTASI

A	= Luas bidang tekan ( $\text{mm}^2$ )
a	= Berat pasir kondisi SSD (gr)
b	= Berat <i>picnometer</i> + air (gr)
BK	= Berat pasir kering (gr)
BT	= Berat <i>picnometer</i> + air + pasir (gr)
DSA	= penyerapan air (%)
F	= Gaya Tekan Akibat Tumbukan (kg)
$f_c$	= Kuat tekan beton (MPa)
g	= Gravitasi ( $\text{m/s}^2$ )
h	= Ketinggian Benda Jatuh (m)
$H_0$	= Berat pasir mula-mula (gr)
$H_1$	= Berat pasir setelah dicuci (gr)
K	= Kadar lumpur yang terkandung dalam pasir (%)
$L_1$	= Panjang Lengan dari Sendi ke Titik Tekan (m)
$L_2$	= Panjang Lengan dari Titik Tekan ke Pusat Beban (m)
$L_3$	= Panjang Lengan Total (m)
M	= Momen (kg.m)
M	= Massa (kg)
P	= Beban Terpusat (kg)
s	= Tinggi Timbunan (m)
SSD	= <i>Saturated Surface Dry</i>
W	= Berat benda uji (kg)
$W_a$	= Berat paving basah (gr)
$W_b$	= Berat paving kering (gr)
w	= Gaya Berat (kg)
q	= Beban Merata (kg/m)

## ABSTRAKSI

### PENGARUH CAMPURAN *SILICA FUME* SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN SEMEN DALAM PEMBUATAN *PAVING BLOCK* DENGAN METODE TEKANAN

Beton merupakan bahan bangunan yang banyak digunakan dalam pembangunan gedung dan perkerasan jalan. Semakin meningkatnya pembangunan mengakibatkan berkurangnya resapan air. Oleh karena itu dapat terjadinya banjir ketika air hujan dengan intensitas tinggi melebihi kapasitas drainase. Berbagai upaya dilakukan untuk menanganinya seperti pembuatan *paving block* yang digunakan untuk area parkir, trotoar, halaman rumah, dan perkerasan jalan. Metode pembuatan *paving block* yaitu metode konvensional dan metode mekanis. Untuk menghasilkan *paving block* dengan kuat tekan yang tinggi maka ditambahkan *silica fume* pada bahan campuran. *Silica fume* terbuat dari silika dengan proses pembakaran tinggi.

Penelitian ini menggunakan komposisi semen dan pasir 1:5 dengan perbandingan berat. Penambahan *silica fume* dalam campuran *paving block* sebesar 0 % dan 5%. Dimensi yang digunakan dalam pembuatan *paving block* 20 cm x 10 cm x 6 cm dengan total sampel 64 buah. Alat yang digunakan dalam pembuatan *paving block* merupakan alat tekanan momen yang ditambahkan dengan tumbukan. Variasi beban dan tumbukan yang diberikan sebesar 500 kg dan 5 kali tumbukan, 500 kg dan 10 kali tumbukan, 600 kg dan 5 kali tumbukan, 600 kg dan 10 kali tumbukan.

Hasil dari penelitian didapatkan nilai kuat tekan rata-rata optimum *paving block* normal dan *paving block* campuran yaitu 9,861 MPa dan 10,833 MPa pada pembebanan 600 kg dan 10 kali tumbukan. Persentase penyerapan air terkecil pada *paving block* normal dan *paving block* campuran yaitu 11,180% dan 8,206% pada pembebanan 600 kg dan 10 kali tumbukan.

**Kata kunci** : alat tekanan momen, kuat tekan, *paving block*, penyerapan air, *silica fume*.



## **ABSTRACT**

### **THE EFFECT OF MIXED SILICA FUME AS A PART OF CEMENT IN THE MAKING OF PAVING BLOCK WITH THE PRESSURE METHOD**

*Concrete is a building material that is widely used in the construction of buildings and pavement. Increased development results in reduced water infiltration. Therefore flooding can occur when high intensity rainwater exceeds the drainage capacity. Various attempts were made to handle it, such as making paving blocks that are used for parking areas, sidewalks, home yards, and road pavements. The method of making paving blocks is the conventional method and the mechanical method. To produce paving blocks with high compressive strength, silica fume is added to the mixture. Silica fume is made from silica with a high combustion process.*

*This study uses a composition of cement and sand 1: 5 with a weight ratio. The addition of silica fume in the paving block mixture is 0% and 5%. The dimensions used in making paving blocks are 20 cm x 10 cm x 6 cm with a total sample of 64 pieces. The tool used in the manufacture of paving blocks is a momentary pressure device that is added to the collision. The variations in the load and collisions are 500 kg and 5 times collisions, 500 kg and 10 times collisions, 600 kg and 5 times collisions, 600 kg and 10 times collisions.*

*The results of the study showed that the optimum average compressive strength of normal paving blocks and mixed paving blocks were 9.861 MPa and 10.833 MPa at 600 kg loading and 10 times collisions. The smallest percentage of water absorption in normal paving blocks and mixed paving blocks is 11.180% and 8.206% at 600 kg loading and 10 times collisions.*

**Keywords:** *compressive strength, moment pressing device, paving block, silica fume, water absorption.*